



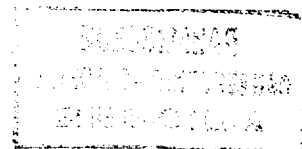
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1565649** **A 2**

(51)5 В 23 Q 15/00, В 23 F 23/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

- (61) 1371862
- (21) 4378109/31-08
- (22) 15.02.88
- (46) 23.05.90. Бюл. № 19
- (71) Новополоцкий политехнический институт им. Ленинского комсомола Белоруссии
- (72) А. И. Голембиевский
- (53) 621.91(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 1371862, кл. В 23 Q 23/10, 1985.

2

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СИНХРОНИЗАЦИИ ПРИВОДОВ ВРЕЗАНИЯ И ПРОФИЛИРОВАНИЯ ЗУБОДОЛБЕЖНОГО СТАНКА

(57) Изобретение относится к станкостроению в частности к зубодолбежным станкам с ЧПУ для обработки зубчатых колес в условиях обката. Цель изобретения — повышение точности за счет обеспечения одинаковых условий работы второй и третьей задающей координат, за счет сравнения сигналов — аналогов перемещения продольных столов, которые непрерывно сравниваются в фазовом компараторе и фазовом дискриминаторе. В результате сравнения определяется отстающий стол, и вырабатывается сигнал коррекции, который подается на вход суммирующего усилителя, через другой вход которого проходит сигнал управления отстающим столом. 3 ил.

Изобретение относится к станкостроению, в частности к зубодолбежным станкам с ЧПУ для обработки зубчатых колес в условиях обката, и является усовершенствованием устройства по авт. св. № 1371862.

Цель изобретения — повышение точности за счет обеспечения одинаковых условий работы второй и третьей задающих координат.

На фиг. 1 показана схема приводов зубодолбежного станка; на фиг. 2 — блок-схема устройства для синхронизации приводов задающих координат; на фиг. 3 — блок-схема устройства для синхронизации приводов для ведомых координат.

Электродвигатель 1 первой задающей координаты, получающий энергию движения от устройства ЧПУ 2 через блок 3 путевого управления, кинематически связан со штоселем 4 долбяка 5.

Первый канал задающей координаты содержит установленный на штоселе 4 круговой импульсный измерительный преобразователь 6, соединенный через усилитель 7 импульсного сигнала с первым счетчиком 8, к которому подключен первый задатчик 9 передаточного отношения. Выход счетчика 8 соединен с блоком 10 задания круговой подачи и вторыми входами первого и второго сумматоров 11 и 12.

Электродвигатель 13 второй задающей координаты, получающий энергию движения от устройства ЧПУ 2 через первый вход третьего суммирующего усилителя 14 и блока 15 путевого управления, кинематически связан с первым продольным столом 16.

Второй канал задающей координаты содержит линейный импульсный измерительный преобразователь 17, установленный на продольном столе 16 и соединенный че-

(19) **SU** (11) **1565649** **A 2**

рез четвертый усилитель импульсного сигнала 18 с четвертым счетчиком 19, к которому подключен четвертый задатчик 20 передаточного отношения. Выход счетчика 19 соединен с блоком 21 задания подачи врезания, через первый элемент И 22 с первым входом первого элемента ИЛИ 23 и первым входом первого сумматора 11, выход которого через второй элемент И 24 соединен с вторым входом элемента ИЛИ 23.

Электродвигатель 25 третьей задающей координаты, получающий энергию движения от устройства ЧПУ 2, через первый вход четвертого суммирующего усилителя 26 и блока 27 путевого управления, кинематически связан с вторым продольным столом 28.

Третий канал задающей координаты содержит линейный импульсный измерительный преобразователь 29, установленный на продольном столе 28 и соединенный через пятый усилитель импульсного сигнала 30 с пятым счетчиком 31, к которому подключен пятый задатчик 32 передаточного отношения. Выход счетчика 31 соединен через третий элемент И 33 с первым входом элемента ИЛИ 34 и с первым входом второго сумматора 12, выход которого через четвертый элемент И 35 соединен с вторым входом элемента ИЛИ 34.

Вторая и третья задающие координаты для обеспечения синхронной работы соединены между собой посредством схемы, включающей фазовый компаратор 36 и третий фазовый дискриминатор 37, первые входы которых соединены с выходом третьего элемента ИЛИ 38, а вторые входы — с выходом четвертого элемента ИЛИ 39. Первые входы третьего и четвертого элементов ИЛИ 38 и 39 соединены соответственно через пятый и шестой элементы И 40 и 41 с четвертым и пятым импульсными измерительными преобразователями 17 и 29, а вторые входы — соответственно через седьмой и восьмой элементы И 42 и 43 с четвертым и пятым счетчиками 19 и 31.

Первый и второй входы фазового компаратора 36 соединены с управляющими (потенциальными) входами соответственно первого и второго ключей 44 и 45. С аналоговыми входами ключей 44 и 45 через третий импульсно-аналоговый преобразователь 46 соединен выход фазового дискриминатора 37. Выход ключа 44 соединен с вторым входом четвертого суммирующего усилителя 26, а выход ключа 45 — с вторым входом третьего суммирующего усилителя 14.

Ведомыми координатами являются делительные столы 47 и 48, установленные соответственно на продольных столах 16 и 28.

Канал первой ведомой координаты содержит второй импульсный измерительный преобразователь 49, установленный на делительном столе 47 и соединенный через второй усилитель 50 импульсного сигнала с вторым счетчиком 51, к которому под-

ключен второй задатчик 52 передаточного отношения. Выход счетчика 51 соединен с первым входом первого фазового дискриминатора 53, второй вход которого соединен с выходом элемента ИЛИ 23, а выход — через импульсно-аналоговый преобразователь 54 с первым входом первого суммирующего усилителя 55. Второй вход суммирующего усилителя 55 соединен с блоком 10 задания круговой подачи, его третий вход — с блоком 21 задания подачи врезания, а выход — через первый усилитель 56 мощности с электродвигателем 57 привода первой ведомой координаты.

Канал второй ведомой координаты содержит третий импульсный измерительный преобразователь 58, установленный на делительном столе 48 и соединенный через третий усилитель импульсного сигнала 59 с третьим счетчиком 60, к которому подключен третий задатчик 61 передаточного отношения. Выход счетчика 60 соединен с первым входом второго фазового дискриминатора 62, второй вход которого соединен с выходом элемента ИЛИ 34, а выход через импульсно-аналоговый преобразователь 63 с первым входом второго суммирующего усилителя 64. Второй и третий входы суммирующего усилителя 64 соединены соответственно с блоком 10 задания круговой подачи и блоком 21 задания подачи врезания, а выход — через второй усилитель 65 мощности с электродвигателем 66 привода второй ведомой координаты.

Привод поступательно-возвратного движения гильзы 67 штосселя 4 долбяка осуществляется посредством кулисного механизма 68 от электродвигателя 69.

В качестве электродвигателей 1, 13, 25, 57 и 66 используются высокомоментные машины постоянного тока, позволяющие осуществлять бесступенчатое регулирование круговой частоты при настройке на режим работы.

Функциональная связь штосселя 4 и делительных столов 47 и 48 осуществляется посредством канала первой задающей координаты и обоих каналов ведомых координат. Эта связь воспроизводит станочное зубчатое зацепление, соответствующее зацеплению долбяка и обрабатываемого колеса, и определяет этап профилирования колес. Передаточное отношение связи устанавливается блоками 9 и 52 для первой ведомой координаты и блоками 9 и 61 для второй ведомой координаты. При этом передаточное отношение задается в виде коэффициента, определяющего соотношение круговой частоты штосселя и круговой частоты делительных столов. Круговая подача обоих делительных столов устанавливается блоком 10.

Функциональная связь этапа врезания между продольным 16 и делительным 47 столами осуществляется посредством канала второй задающей координаты и первой ведомой

мой координаты. Аналогичная связь между продольным столом 28 и делительным столом 48 осуществляется посредством канала третьей задающей координаты и второй ведомой координаты. Эти связи воспроизводят зубчато-реечные зацепления. Передаточное отношение этих связей устанавливается задатчиками передаточного отношения, которое задается в виде коэффициента, определяющего соотношение круговых частот винтов, соответствующих винтовых передач, через которые осуществляется связь электродвигателей с продольными столами, и круговых частот делительных столов. Круговая подача обоих делительных столов на этапе врезания устанавливается блоком 21.

Устройство работает следующим образом.

Первый этап — врезание. По команде «Ускоренный ход» от устройства ЧПУ 2 включаются электродвигатели 13 и 25 второй и третьей задающих координат. Одновременно на элементы И 40 и 41 подается управляющий потенциал УХ, который открывает эти элементы. Продольные столы 16 и 28 на ускоренном ходу перемещаются в исходную для врезания точку.

Информация о действительной скорости перемещения продольных столов 16 и 28, непрерывно вырабатываемая импульсными измерительными преобразователями 17 и 29, поступает через элементы И 40 и 41 и элементы ИЛИ 38 и 39 на входы фазового компаратора 36 и фазового дискриминатора 37.

В фазовом компараторе 36 происходит сравнение высокочастотных последовательностей импульсов, являющихся аналогами действительных значений ускоренного хода продольных столов по фазе. При сдвиге фаз, т.е. при отставании одного из продольных столов, на выходе фазового компаратора, соответствующем этому столу, сигнала нет, а на выходе, соответствующем опережающему продольному столу, появляется сигнал.

Одновременно в фазовом дискриминаторе 37 сравниваются те же сигналы. С его выхода результирующий сигнал-аналог абсолютной величины отставания одного из столов после преобразования в импульсно-аналоговом преобразователе поступает на аналоговые входы ключей 44 и 45, на управляющий вход одного из которых поступает сигнал с фазового компаратора 36. В результате сигнал, вырабатываемый фазовым дискриминатором 37, поступает на второй вход или третьего суммирующего усилителя 14, или четвертого суммирующего усилителя 26 для коррекции путевого сигнала управления отстающего продольного стола. В итоге продольные столы 16 и 28 перемещаются в исходную для врезания точку синхронно, независимо от возможной неодинаковости условий работы пар трения подвижных узлов.

После перемещения продольных столов 16 и 28 в исходную для врезания точку по команде «Врезание» электродвигатели 13 и 25 переключаются на рабочую круговую частоту, соответствующую движению  $P_2$  продольных столов. Одновременно включается привод поступательно-возвратного движения  $P_1$  долбяка и электродвигатель 1 первой задающей координаты (движение  $V_3$  долбяка), а с элементов И 40 и 41 снимается управляющий сигнал УХ и на элементы И 24, 35, 42, 43 подается управляющий сигнал ВР, открывающий эти элементы.

Импульсные измерительные преобразователи 6, 17 и 29 соответственно первой, второй и третьей задающих координат вырабатывают высокочастотные импульсные сигналы, которые, пройдя усилители импульсных сигналов соответственно 7, 18 и 30, поступают в счетчики 8, 19 и 31 импульсов. В счетчиках происходит деление импульсных сигналов посредством сигналов, поступающих от соответствующих задатчиков 9, 20 и 32 передаточных отношений.

Сигнал с выхода первого счетчика 8 запускает блок 10 круговой подачи и одновременно поступает на вторые входы сумматоров 11 и 12. Сигнал с выхода четвертого счетчика 19 запускает блок 21 подачи врезания и одновременно поступает на первый вход сумматора 11, а сигнал с выхода пятого счетчика 31 поступает на первый вход сумматора 12.

Блок 10 задания круговой подачи и блок 21 задания подачи врезания вырабатывают аналоговые сигналы, которые поступают соответственно на вторые и третьи входы суммирующих усилителей 55 и 64. Парно складываясь, эти сигналы через усилители 56 и 65 мощности приводят во вращение электродвигатели 57 и 66 приводов делительных столов 47 и 48. В итоге делительные столы получают начальное вращательное движение, состоящее из суммы движений  $V_4$  и  $V_5$ . При этом движение  $V_4$  совместно с движением  $V_3$  долбяка образует движение обката, воспроизводящее зубчатое зацепление, а движение  $V_5$  совместно с движением  $P_2$  продольных столов образует движение обката, воспроизводящее зубчато-реечное зацепление.

Второй 49 и третий 58 импульсные измерительные преобразователи обеих ведомых координат вырабатывают импульсные сигналы, которые после предварительного усиления в усилителях 50 и 59 поступают в счетчики 51 и 60, где происходит деление посредством сигналов, поступающих от соответствующих задатчиков 52 и 61 передаточных отношений.

Сигналы с выходов счетчиков 51 и 60 поступают на первые входы соответствующих фазовых дискриминаторов 53 и 62. На второй вход фазового дискриминатора 53 через элементы ИЛИ 23 и И 24 поступает

сигнал с сумматора 11, равный сумме сигналов счетчиков 8 и 19 первой задающих координат, а на второй вход фазового дискриминатора 62 через элементы ИЛИ 34 и И 35 поступает сигнал с сумматора 12, равный сумме сигналов счетчиков 8 и 31, первой и третьей задающих координат.

В результате сравнения в фазовых дискриминаторах прямых сигналов, поступающих от сумматоров, и сигналов обратной связи, поступающих от счетчиков 51 и 60 ведомых координат, на их выходах образуются корректирующие сигналы, которые после преобразования в импульсно-аналоговых преобразователях 54 и 63 поступают на первые входы суммирующих усилителей 55 и 64, где происходит коррекция путевого сигнала управления электродвигателями 57 и 66 ведомых координат.

Одновременно также как и при ускоренном ходе осуществляется синхронизация движений продольных столов 16 и 28. Однако в этом случае на входы фазового компаратора 36 и фазового дискриминатора 37 сигналы о действительных скоростях перемещения продольных столов поступают со счетчиков 19 и 31 через открытые по потенциальным входам элементы И 42 и 43. Таким образом, осуществляется синхронизация движения исполнительных органов на этапе касательного врезания.

Второй этап — профилирование. После завершения врезания электродвигатели 13 и 25 отключаются, и продольные столы 16 и 28 останавливаются. Управляющий сигнал ВР снимается с элементов И 24, 35, 42 и 43, а на элементы И 22 и 33 подается управляющий сигнал ПР.

В итоге перестройки схемы вторая и третья задающие координаты отключаются. Отключаются также блок 21 задания подачи врезания и сумматоры 11 и 12. Движение делительных столов 47 и 48 замедляется, так как прекращается движение В<sub>5</sub> из-за прекращения движения П<sub>2</sub> продольных столов.

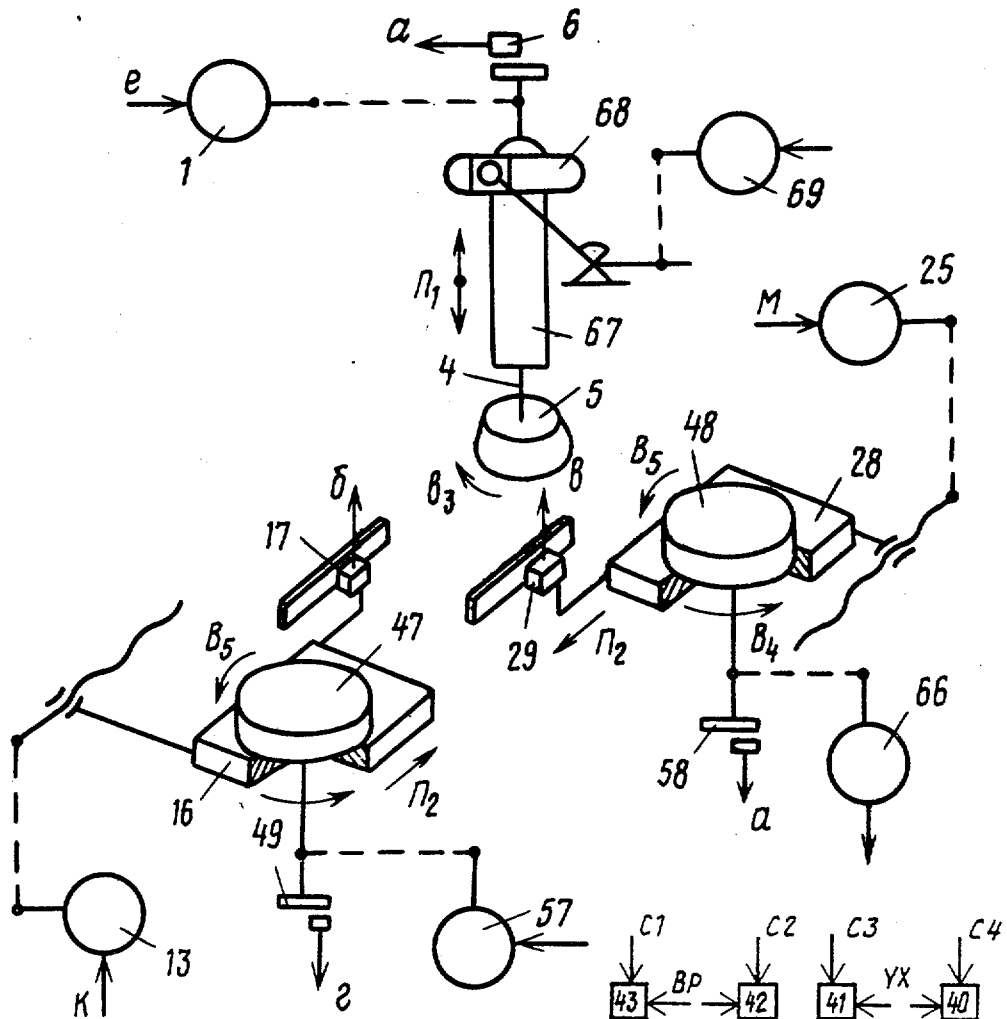
При продолжающемся согласованном вращении В<sub>3</sub> долбяка и В<sub>4</sub> делительных столов сигнал со счетчика 8 канала первой задающей координаты поступает на фазовые дискриминаторы 53 и 62 соответственно через элементы И 22 и ИЛИ 23 и через элементы И 33 и ИЛИ 34. В фазовых дискриминаторах происходит сравнение сигналов, соответствующих движениям В<sub>3</sub> и В<sub>4</sub> задающей и ведомых координат. Корректирующий сигнал с выходов фазовых дискриминаторов после преобразования поступает на первые входы суммирующих усилителей 55 и 64, где происходит коррекция

путевого сигнала управления электродвигателями ведомых координат, вырабатываемого блоком 10 задания круговой подачи.

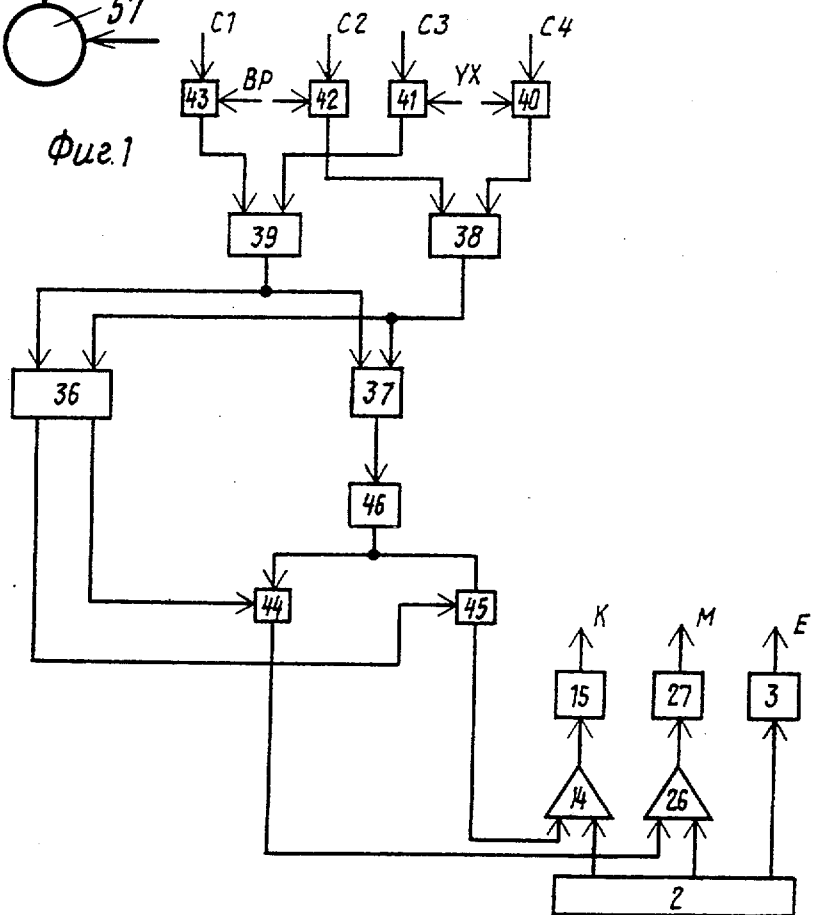
После профилирования зубчатых колес в течение полного оборота делительных столов на втором этапе по программе долбяк выводится в крайнее верхнее положение и продольные столы на ускоренном ходу отводятся в исходное для повторения цикла положение.

#### Формула изобретения

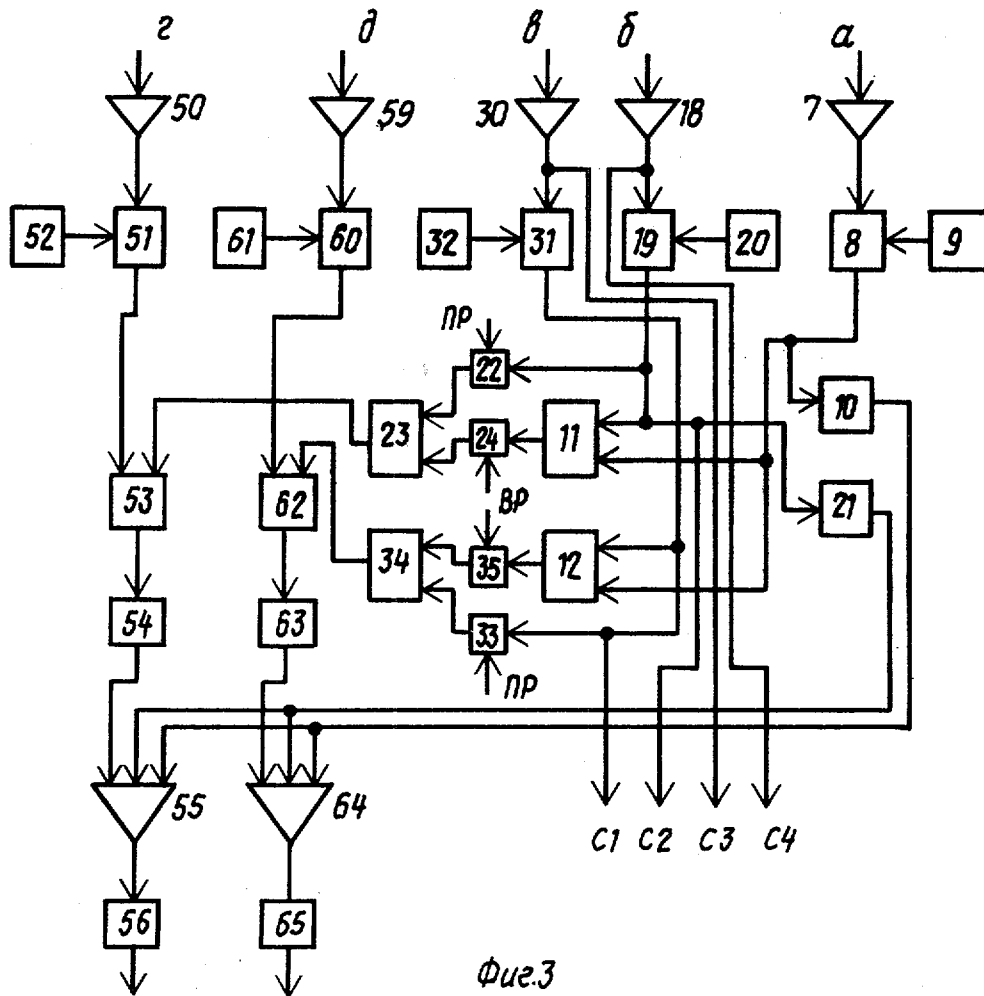
Устройство для синхронизации приводов врезания и профилирования зубодолбежно-го станка по авт. св. № 1371862, отличающееся тем, что, с целью повышения точности, в устройство введены фазовый компаратор, третий фазовый дискриминатор, третий импульсно-аналоговый преобразователь, третий и четвертый суммирующие усилители, третий и четвертый элементы ИЛИ, пятый — восьмой элементы И, первый и второй ключи, причем первые входы фазового компаратора и третьего фазового дискриминатора объединены и подключены к входу третьего элемента ИЛИ, вторые входы фазового компаратора и третьего фазового дискриминатора объединены и подключены к выходу четвертого элемента ИЛИ, первый вход которого подключен к выходу пятого элемента И, второй выход четвертого элемента ИЛИ соединен с выходом шестого элемента И, первый вход третьего элемента ИЛИ подключен к седьмому элементу И, второй вход — к восьмому элементу И, первые входы пятого — восьмого элементов И являются управляющими, второй вход пятого элемента И подключен к выходу пятого счетчика, второй вход седьмого элемента И — к выходу четвертого счетчика, второй вход шестого элемента И соединен с выходом пятого усилителя импульсного сигнала, второй вход восьмого элемента И — с выходом четвертого усилителя импульсного сигнала, первый и второй выходы фазового компаратора подключены к первым входам первого и второго ключей соответственно, вторые входы которых объединены и через третий импульсно-аналоговый преобразователь подключены к выходу третьего фазового дискриминатора, выходы первого и второго ключей подключены к первым входам третьего и четвертого суммирующих усилителей соответственно, выходы третьего и четвертого суммирующих усилителей подключены к блокам путевого управления соответственно второй и третьей задающих координат, вторые входы третьего и четвертого суммирующих усилителей подключены к устройству ЧПУ.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг.3